

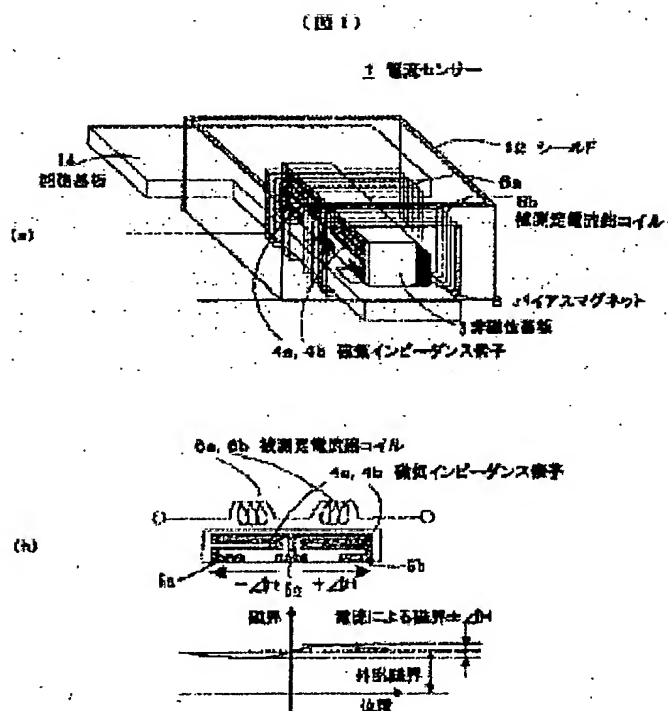
## CURRENT SENSOR AND CURRENT DETECTOR

Patent number: JP2001116773  
Publication date: 2001-04-27  
Inventor: SUZUKI SHIGEMI  
Applicant: CANON ELECTRONICS INC  
Classification:  
- international: G01R15/20; G01R19/00; G01R33/02  
- european:  
Application number: JP19990301053 19991022  
Priority number(s):

### Abstract of JP2001116773

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a current sensor and a current detector comprising the current sensor, a drive circuit and a signal processing circuit capable of accurately detecting a magnetic field caused by minute current in the disturbance magnetic field, detecting the minute current and easily mounting on a circuit board in the current sensor using a magnetic impedance element.

**SOLUTION:** The current sensor 1 has coils 6a, 6b energizing current to be measured, and the magnetic impedance elements 4a, 4b differentiating and detecting generated therefrom. The elements 4a, 4b comprise magnetic thin films formed on the same face of the same non-magnetic board 3, respective magnetic field detection directions are made the same direction, and they are arranged along the magnetic field detection direction in parallel. The coils 6a, 6b are wound in mutually reverse directions, and the magnetic field of the mutually reverse direction is applied on the elements 4a, 4b by energization of the current to be measured.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-116773

(P2001-116773A)

(43) 公開日 平成13年4月27日 (2001.4.27)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 R	15/20	G 0 1 R 19/00	A 2 G 0 1 7
	19/00	33/02	D 2 G 0 2 5
	33/02	15/02	B 2 G 0 3 5

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平11-301053	(71) 出願人	000104652 キヤノン電子株式会社 埼玉県秩父市大字下影森1248番地
(22) 出願日	平成11年10月22日 (1999.10.22)	(72) 発明者	鈴木 成己 埼玉県秩父市大字下影森1248番地 キヤノン電子株式会社内
		(74) 代理人	100075292 弁理士 加藤 卓
		F ターム (参考)	2G017 AA01 AB01 AC09 AD00 AD21 AD40 AD43 BA03 BA13 2G025 AA00 AA16 AB14 AC02 2G035 AA20 AB02 AC02 AD18 AD19 AD20 AD51 AD59 AD66

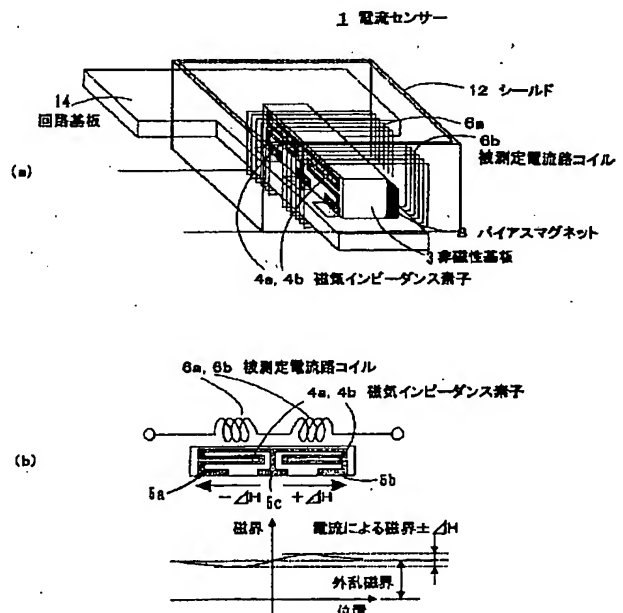
(54) 【発明の名称】 電流センサー及び電流検出装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気インピーダンス素子を用いた電流センサーで、外乱磁界中でも微小電流による磁界を正確に検出して微小電流の検出が可能で、且つ容易に回路基板に実装できる電流センサー、及びこのセンサーとその駆動及び信号処理回路からなる電流検出装置を提供する。

【解決手段】 電流センサー1は、被測定電流を通電するコイル6a、6bと、これにより生じる磁界を差動検出する磁気インピーダンス素子4a、4bを有する。素子4a、4bは、同一の非磁性基板3の同一面上に形成された磁性薄膜からなり、それぞれの磁界検出方向を同方向として、その磁界検出方向に沿って並ぶように配置されている。コイル6a、6bは、互いに逆回りに巻回され、被測定電流の通電によって素子4a、4bに対して互いに逆方向の磁界を印加するように構成される。

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 被測定電流を通電する2つのコイルと、  
該2つのコイルによって生じる磁界を差動検出する2つの磁気インピーダンス素子を有し、

該2つの磁気インピーダンス素子は、同一の非磁性基板の同一面上に形成された磁性薄膜からなり、それぞれの磁界検出方向を同方向として該磁界検出方向に沿って並ぶように配置されており、

前記2つのコイルは、前記被測定電流の通電によって前記2つの磁気インピーダンス素子に対して互いに逆方向の磁界を印加するように構成されたことを特徴とする電

流センサー。  
【請求項2】 前記2つのコイルは、それぞれの中心軸方向が前記2つの磁気インピーダンス素子の磁界検出方向に沿うようにして、該磁界検出方向に沿って並んで前記磁気インピーダンス素子のそれぞれを包囲するように、磁気インピーダンス素子の周囲に巻回されていることを特徴とする請求項1に記載の電流センサー。

【請求項3】 前記2つのコイルは、前記非磁性基板の前記磁気インピーダンス素子を形成した面の側の近傍に配置されたコイルボビンに巻回され、それぞれの中心軸方向が前記磁気インピーダンス素子の磁界検出方向に沿うようにして、該磁界検出方向に沿って並ぶように配置されたことを特徴とする請求項1に記載の電流センサー。

【請求項4】 前記2つの磁気インピーダンス素子のそれぞれの両端に形成された電極が電流センサーを実装する回路基板に直接に半田付けされることを特徴とする請求項1から3までのいずれか1項に記載の電流センサー。

【請求項5】 前記磁気インピーダンス素子に対してバイアス磁界を印加するための永久磁石が前記非磁性基板において前記磁気インピーダンス素子が設けられた面と反対側の面に設けられたことを特徴とする請求項1から4までのいずれか1項に記載の電流センサー。

【請求項6】 前記永久磁石は硬磁性薄膜からなることを特徴とする請求項5に記載の電流センサー。

【請求項7】 前記磁気インピーダンス素子に対してバイアス磁界を印加するためのバイアスコイルが前記2つのコイルの間に配置されたことを特徴とする請求項1から4までのいずれか1項に記載の電流センサー。

【請求項8】 請求項1から6までのいずれか1項に記載の電流センサーと、

前記2つの磁気インピーダンス素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、

前記2つの磁気インピーダンス素子のそれぞれの両端から取り出された信号を検波する2つの検波回路と、  
該2つの検波回路の出力信号を差動増幅する差動増幅回路を有し、

該差動増幅回路の出力信号を電流検出信号として出力す

ることを特徴とする電流検出装置。

【請求項9】 請求項7に記載の電流センサーと、  
該電流センサーの前記バイアスコイルに交流バイアス電流を印加するバイアス印加回路と、

前記2つの磁気検出素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、

前記2つの磁気検出素子のそれぞれの両端から取り出された信号を検波する2つの検波回路と、

該2つの検波回路の出力信号を差動増幅する第1の差動増幅回路と、

該第1の差動増幅回路の出力のプラスとマイナスのピーク電圧をそれぞれホールドする2つのピークホールド回路と、

該2つのピークホールド回路の出力信号を差動増幅する第2の差動増幅回路を有し、

該第2の差動増幅回路の出力信号を電流検出信号として出力することを特徴とする電流検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子機器などに組み込まれ、電流の監視や制御用に使用される電流センサー、特に、磁気検出素子を用い、回路基板等の電流路に挿入して微小電流を検出する磁気検出型の電流センサー、及びこの電流センサーとその駆動及び信号処理回路からなる電流検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、電子機器の低消費電力化、動力制御の高精度化などに伴って、使用される電流が微小になり、より高感度な電流センサーが必要になってきている。また、電子機器には小型で、且つインテリジェントな性能が求められ、容易に回路基板等を実装できる高感度な電流センサーが必要になってきている。

【0003】従来の磁気検出素子を用いた微小電流センサーには、様々な構成のものが提案されているが、基本的な構成は殆ど同じである。即ち、図8のように、ギャップを有する磁性体コアに対し、測定される電流が流れる被測定電流路を巻回または貫通させ、被測定電流による磁束変化を磁性体コアのギャップ部に設置した磁気検出素子で検出するものである。磁気検出素子には主にホール素子が用いられるが、他に磁気抵抗素子を用いたものもある。また、磁性体コアを用いない方式もあり、図9のように被測定電流路がコイルパターンとして形成され、このコイルパターン上に磁気検出素子を設置したもの、または図10のように直線状の被測定電流路の両脇に磁気検出素子を設置したものなどがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、磁気検出素子にホール素子や磁気抵抗素子を用いた従来の電流センサーでは、磁気検出素子の感度が低く、磁性体コアで磁束を集中させても数mAの検出が限度である。磁性体コ

10

20

30

40

50

アを用いない方式では微小電流の検出は殆ど不可能である。

【0005】これに対し、 $\mu\text{A}$ オーダーのより微小な電流を検出する方法として、磁気検出素子に磁気インピーダンス素子を用いる方法が考えられる。磁気インピーダンス素子は、磁性体からなる素子本体に高周波電流を印加すると素子本体の両端間のインピーダンスが外部磁界に応じて変化するもので、ホール素子や磁気抵抗素子に比べて2桁以上高い感度を有するため、より高感度な電流センサーを実現できる可能性がある。

【0006】しかし、図8のように磁性体コアのギャップに磁気検出素子を挿入する方式で磁気検出素子に磁気インピーダンス素子を用いると、磁気インピーダンス素子の磁界検出方向が素子の長手方向であるために、ギャップ幅が非常に大きくなり、従来のセンサーと同程度の感度しか得ることができない。磁性体コアを用いない方法でも、図10のように被測定電流路の両脇に素子を配置する構成では、磁気インピーダンス素子の長手方向を電流路に垂直に配置する必要があるため、磁気インピーダンス素子と電流路を近接させても同素子の一部にしか磁界が加わらず殆ど感度が得られない。図9の方式でも同様である。

【0007】また、微小な電流を検出する場合には、被測定電流による磁界に対して外乱磁界が非常に大きくなるため、感度が高いだけでなく、外乱磁界を正確に分離して被測定電流による微小磁界のみを検出できるものでなければならない。さらに、外乱磁界の除去を2つの磁気検出素子を用いた差動検出により行う場合、磁気検出素子の感度や温度特性等には通常ばらつきがあり、これが微小電流の検出では大きな誤差要因となる。特に、直

流または低周波域では電流検出が不可能となる。すなわち、 $\mu\text{A}$ オーダーの検出を可能にするには、感度の向上と共に、外乱磁界や磁気検出素子の特性のばらつきによる誤差を生じない構成が不可欠となる。

【0008】以上の事情を鑑み、本発明では、高感度な磁気インピーダンス素子を用いた電流センサーであって、外乱磁界の中でも微小電流による磁界を正確に検出し、それにより $\mu\text{A}$ オーダーの微小電流の検出が可能で、且つ容易に回路基板に実装できる電流センサー、及びこの電流センサーとその駆動及び信号処理回路からなる電流検出装置を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、本発明によれば、電流センサーの構成として、被測定電流を通電する2つのコイルと、該2つのコイルによって生じる磁界を差動検出する2つの磁気インピーダンス素子を有し、該2つの磁気インピーダンス素子は、同一の非磁性基板の同一面上に形成された磁性薄膜からなり、それぞれの磁界検出方向を同方向として該磁界検出方向に沿って並ぶように配置されており、前記2つのコ

イルは、前記被測定電流の通電によって前記2つの磁気インピーダンス素子に対して互いに逆方向の磁界を印加するように構成されたものとした。

【0010】また、より具体的な構成として、前記2つのコイルは、それぞれの中心軸方向が前記2つの磁気インピーダンス素子の磁界検出方向に沿うようにして、該磁界検出方向に沿って並んで前記磁気インピーダンス素子のそれぞれを包囲するように、磁気インピーダンス素子の周囲に巻回されている構成、及び、前記2つのコイルは、前記非磁性基板の前記磁気インピーダンス素子を形成した面の側の近傍に配置されたコイルボビンに巻回され、それぞれの中心軸方向が前記磁気インピーダンス素子の磁界検出方向に沿うようにして、該磁界検出方向に沿って並ぶように配置された構成を採用した。

【0011】また、前記2つの磁気インピーダンス素子のそれぞれの両端に形成された電極が電流センサーを実装する回路基板に直接に半田付けされる構成を採用した。

【0012】また、前記磁気インピーダンス素子に対してバイアス磁界を印加するための永久磁石が前記非磁性基板において前記磁気インピーダンス素子が設けられた面と反対側の面に設けられた構成、より好ましくは前記永久磁石が硬磁性薄膜からなる構成、及び、前記磁気インピーダンス素子に対してバイアス磁界を印加するためのバイアスコイルが前記2つのコイルの間に配置された構成を採用した。

【0013】また、電流検出装置の構成として、上記本発明に係る電流センサーであって、上記バイアスコイルを配置した構成以外の電流センサーと、前記2つの磁気インピーダンス素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、前記2つの磁気インピーダンス素子のそれぞれの両端から取り出された信号を検波する2つの検波回路と、該2つの検波回路の出力信号を差動増幅する差動増幅回路を有し、該差動増幅回路の出力信号を電流検出信号として出力する構成、及び、上記本発明に係る電流センサーであって、上記バイアスコイルを配置した構成の電流センサーと、該電流センサーの前記バイアスコイルに交流バイアス電流を印加するバイアス印加回路と、前記2つの磁気検出素子に高周波電流を印加する高周波発振回路と、前記2つの磁気検出素子のそれぞれの両端から取り出された信号を検波する2つの検波回路と、該2つの検波回路の出力信号を差動増幅する第1の差動増幅回路と、該第1の差動増幅回路の出力のプラスとマイナスのピーク電圧をそれぞれホールドする2つのピークホールド回路と、該2つのピークホールド回路の出力信号を差動増幅する第2の差動増幅回路を有し、該第2の差動増幅回路の出力信号を電流検出信号として出力する構成を採用した。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実

施の形態を説明する。

【0015】〈第1の実施形態〉本発明による電流センサーとこれを用いた電流検出装置の第1の実施形態を図1～3により説明する。

【0016】図1(a)は、本実施形態の電流センサーの構成を示している。電流センサー1は、回路基板14上に実装された符号3～12で示す以下の各部材から構成される。

【0017】3は、磁気検出素子の基板としての非磁性基板である。

【0018】4a、4bは磁気検出素子を構成する磁気インピーダンス素子であり、同一の非磁性基板3の同一面上に、細長いつづら折り状パターンの磁性薄膜として形成されており、その長手方向を磁界検出方向として、それぞれの磁界検出方向を同方向として、その磁界検出方向に沿って並ぶように配置されている。磁気インピーダンス素子4a、4bの互いに対向する内側の端どうしは接続されており、その接続部から共通の電極5cが引き出されて形成されており、また、同素子4a、4bのそれぞれの他端には電極5a、5bが形成されている

(図1(b)参照)。非磁性基板3は、磁気インピーダンス素子4a、4bの形成されている面が回路基板14に対して垂直になる向きで回路基板14上に配置され、磁気インピーダンス素子4a、4bの3個の電極5a～5cが回路基板14に直接に半田付けされることにより、非磁性基板3が回路基板14上に実装される。

【0019】6a、6bは、被測定電流を通電する被測定電流路としてのコイルであり、それぞれの中心軸方向が磁気インピーダンス素子4a、4bの磁界検出方向に沿うようにして、その磁界検出方向に沿って並んで同素子4a、4bのそれぞれを包囲するように、同素子4a、4bの周囲(非磁性基板3の周囲)に巻回されている。このコイル6a、6bは図1(b)に示すように直列に接続されているが、互いに逆回りに巻回されている。

【0020】8は、磁気インピーダンス素子4a、4bに対してバイアス磁界を印加するためのバイアスマグネット(永久磁石)であり、非磁性基板3において磁気インピーダンス素子4a、4bの形成された面と反対側の面に設けられている。

【0021】12は、磁気インピーダンス素子4a、4bを外乱となる外部磁界から磁気シールドするためのシールドである。

【0022】次に、図1(b)は上記構成からなる電流センサー1の動作原理の説明図である。電流検出時には、外乱磁界中で、上記の互いに逆回りに巻回された2つのコイル6a、6bに被測定電流が通電される。これにより、コイル6a、6bの夫々から互いに逆方向の磁界 $\pm \Delta H$ が発生してそれぞれが磁気インピーダンス素子6a、6bに印加され、図1(b)中のグラフに示すよ

うな磁界の勾配が磁気インピーダンス素子6a、6bの近傍に形成される。この磁界の勾配の位置による磁界の差を2つの磁気インピーダンス素子4a、4bで差動検出する。

【0023】ここで、被測定電流により形成される磁界の勾配は局所的なものであるため、外乱磁界と正確に分離することができる。また、その磁界を差動検出する2つの磁気インピーダンス素子4a、4bは、同一の非磁性基板3の同一面上に隣接して磁性薄膜として成膜されたものであるため、磁界-インピーダンス特性、感度、温度特性などにおいて、2つの素子4a、4bの間で殆ど差がない。このため、非常に高精度な差動検出を行うことができる。これにより、被測定電流による磁界が外乱磁界に対して非常に微小な磁界であっても、その磁界を正確に検出することが可能になり、磁気インピーダンス素子の高感度な磁界検出能力を有効に利用して、直流からの広い周波数域で $\mu A$ オーダーの電流検出が可能になる。

【0024】また、本実施形態の電流センサー1では、磁気インピーダンス素子4a、4bの電極5a～5cを回路基板14に直接に半田付けすることにより、同素子4a、4bと非磁性基板3とバイアスマグネット8から構成される磁気検出素子が回路基板14に実装されるので、磁気検出素子を実装するためのホルダー等が不要であり、構成を簡単にすることができ、また、直接実装により電流センサーの組み付けをさらに容易にすることができる。

【0025】次に、図2は、上述した図1の電流センサー1を用いた電流検出装置2の回路構成を示している。ここに示すように、電流検出装置2は、電流センサーの磁気インピーダンス素子4a、4bに高周波電流を印加する高周波発振回路20と、磁気インピーダンス素子4a、4bの両端から取り出された信号を検波する検波回路22a、22bと、この検波回路22a、22bの出力信号を差動増幅する差動増幅回路24で構成されている。

【0026】この構成で、電流検出時には、被測定電流が電流センサーのコイル6a、6bに通電されるとともに、高周波発振回路20から高周波電流が磁気インピーダンス素子4a、4bに印加される。コイル6a、6bから発生する磁界と外乱となる外部磁界、及びバイアスマグネット8のバイアス磁界に応じて磁気インピーダンス素子4a、4bのそれぞれの両端間のインピーダンスが変化し、高周波電流の振幅電圧が変化する。その信号が磁気インピーダンス素子4a、4bの両端から取り出されて検波回路22a、22bにより検波され、さらに検波回路22a、22bの出力信号が差動増幅回路24で差動増幅され、差動増幅回路24の出力信号が電流検出信号として出力される。

【0027】ここで、上述した理由により、被測定電流

による磁界が外乱磁界に対して非常に微小な磁界であっても、その磁界を磁気インピーダンス素子4 a, 4 bによる差動検出で正確に検出することができ、直流からの広い周波数域で $\mu$ Aオーダーの微小な電流を正確に検出することができる。

【0028】図3は、電流検出装置2による微小電流の測定例を示すものであり、10 $\mu$ A, 10Hzの電流を検出したときのものである。下側の信号は被測定電流値に対応した電圧であり、上側の信号が電流検出装置の出力である。この上側の信号波形が下側の信号波形に正確に対応しており、上述した図1の電流センサー1と図2の電流検出装置2の構成により、外乱磁界に埋もれている微小電流の磁界を正確に分離、検出し、 $\mu$ Aオーダーの電流分解能を実現していることがわかる。

【0029】〈第2の実施形態〉次に、本発明の第2の実施形態を図4により説明する。図4は、第2の実施形態における電流センサーの構成を示している。図4において、第1の実施形態の図1中と共通もしくは相当する部分には共通の符号を付してあり、共通部分の説明は省略する。これは後述する第3の実施形態の図5においても同様とする。また、第2の実施形態における電流検出装置の電流センサーの駆動及び信号処理回路の構成は第1の実施形態の回路構成と共通とし、その図示と説明は省略する。

【0030】図4に示す電流センサー1の構成において、第1の実施形態と異なる点として、まずバイアスマグネット8は、硬磁性薄膜からなるものとして、非磁性基板3の磁気インピーダンス素子4 a, 4 bを形成した面の反対側の面に形成されている。

【0031】また、被測定電流路であるコイル6 a, 6 bは、コイルボビン9に巻回されており、このコイルボビン9は、回路基板14上で非磁性基板3の磁気インピーダンス素子4 a, 4 bを形成した面の側の近傍に配置されている。すなわち、コイル6 a, 6 bは、第1の実施形態のように磁気インピーダンス素子4 a, 4 bを包囲しておらず、同素子4 a, 4 bの片側近傍に配置されている。なお、コイル6 a, 6 bは、それぞれの中心軸方向（コイルボビン9の中心軸方向）が磁気インピーダンス素子4 a, 4 bの磁界検出方向に沿うようにして、その磁界検出方向に沿って並ぶように配置される。

【0032】このような、本実施形態の電流センサー1の構成によれば、コイル6 a, 6 bを巻回したコイルボビン9、及び磁気インピーダンス素子4 a, 4 bとバイアスマグネット8を設けた非磁性基板3というチップ形状の2個の部品から成り、それぞれを電流検出装置の電流センサーの駆動及び信号処理回路と共に回路基板14に直接実装することができるため、電子機器等への組み込みが非常に容易である。

【0033】また、コイル6 a, 6 bの径を小さくでき、それに伴ってコイル6 a, 6 bの銅線の長さも短く

できるため、コイル6 a, 6 bの抵抗とインダクタンスを小さく設定でき、被測定電流路に挿入される負荷を小さくすることができる。

【0034】さらに、バイアスマグネット8が硬磁性薄膜として形成されることにより、バイアスマグネットの設置及び位置調整作業が不要になり、電流センサーの構成を簡単にすることができる。また、2つの磁気インピーダンス素子4 a, 4 bにおいて、バイアスマグネット8の設置位置の誤差によるバイアス磁界のずれを無くすることができる。

【0035】〈第3の実施形態〉次に、本発明の第3の実施形態を図5～7により説明する。

【0036】図5は第3の実施形態による電流センサー1の構成を示している。ここに示す電流センサー1の構成では、第1の実施形態におけるバイアスマグネット8の代わりに、磁気インピーダンス素子4 a, 4 bにバイアス磁界を印加するためのバイアスコイル10を被測定電流路のコイル6 a, 6 bの間に配置し、非磁性基板3の周囲に巻回している。これ以外の部分の構成は第1の実施形態の図1の構成と同様である。

【0037】図6は、図5の電流センサー1を用いた第3の実施形態の電流検出装置2の回路構成を示している。この構成では、バイアスコイル10に交流バイアス電流を印加するACバイアス印加回路28、磁気インピーダンス素子4 a, 4 bに高周波電流を印加する高周波発振回路20、磁気インピーダンス素子4 a, 4 bの両端から取り出された信号を検波する検波回路22 a, 22 b、この検波回路22 a, 22 bの出力信号を差動増幅する第1の差動増幅回路24 a、この差動増幅回路24 aの出力の交流バイアスに対応したプラスとマイナスのピーク電圧をホールドするピークホールド回路26 a, 26 b、このピークホールド回路26 a, 26 bの出力信号を差動増幅する第2の差動増幅回路24 bを有している。

【0038】ところで、磁気インピーダンス素子の磁界に対するインピーダンス変化、即ち検波回路の出力の特性は、図7（a）に示すような曲線で、基本的に直線ではない。このため、広いレンジの電流検出、即ち広いレンジの磁界検出を行う場合には、通常の固定バイアス磁界を用いる方法では直線性を確保できない。そこで、図7（a）に示すように矩形波のバイアス磁界を加え、出力特性上の磁界のプラス側とマイナス側の2つの動作点 $V_p(+)$ ,  $V_p(-)$ の差 $\Delta V_p$ を検出することにより、図7（b）に示すように磁界に対する直線性を確保することができる。本実施形態のように、差動の2つの磁気インピーダンス素子を用いる場合も同様で、同じ矩形波磁界を加えれば、図7（b）の出力特性を持った2つの素子で差動検出を行ったのと同じことになり、直線性の良い差動検出ができる。

【0039】すなわち、上記の図6の構成で、電流検出

時には、被測定電流が電流センサーのコイル6 a、6 bに通電され、高周波発振回路20から高周波電流が磁気インピーダンス素子4 a、4 bに印加されるとともに、ACバイアス印加回路28から交流バイアス電流がバイアスコイル10に印加され、これによりバイアスコイル10から矩形波のバイアス磁界が磁気インピーダンス素子4 a、4 bに印加される。コイル6 a、6 bから発生する磁界と外乱となる外部磁界とバイアス磁界に応じて磁気インピーダンス素子4 a、4 bのそれぞれの両端間のインピーダンスが変化し、高周波電流の振幅電圧が変化する。そのそれぞれの信号が磁気インピーダンス素子4 a、4 bの両端から取り出されて検波回路22 a、22 bにより検波され、差動増幅回路24 aで差動増幅される。さらに、差動増幅回路24 aの出力信号のプラス側とマイナス側のピーク電圧がピークホールド回路26 a、26 bによりホールドされる。そして、ピークホールド回路26 a、26 bの出力信号が差動増幅回路24 bで差動増幅され、この回路24 bの出力信号が電流検出信号として出力される。

【0040】 以上のような本実施形態によれば、上述のように交流バイアス電流による交流バイアス磁界の印加によって、被測定電流に対する出力の直線性を向上させることができ、より広いレンジの電流検出を行なうことができる。

【0041】 なお、本実施形態において、被測定電流が通電される2つのコイル6 a、6 bにおいて、交流バイアス磁界による誘導起電力は互いに逆方向に生じて相殺されるため、交流バイアス磁界が被測定電流に影響を与えることはない。

【0042】

【発明の効果】 以上の説明から明らかなように、本発明によれば、外乱磁界の中でも微小電流による微小な磁界を正確に検出することができ、磁気インピーダンス素子の高感度な磁界検出能力を有効に利用して、直流からの広い周波数域で $\mu$ Aオーダーの電流検出が可能であり、しかも回路基板への実装が容易な優れた電流センサー、及びこのセンサーとその駆動及び信号処理回路からなる電流検出装置を提供することができ、動力制御の高精度化や電子機器の高性能化に貢献することができるという優れた効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 (a) は本発明の第1の実施形態における電流センサーの構成を示す斜視図、(b) は同センサーの動作の説明図である。

【図2】 同実施形態における電流検出装置の回路構成を示すブロック回路図である。

【図3】 同検出装置による電流検出例を示すグラフ図である。

【図4】 本発明の第2の実施形態における電流センサーの構成を示す斜視図である。

【図5】 本発明の第3の実施形態における電流センサーの構成を示す斜視図である。

【図6】 同実施形態における電流検出装置の回路構成を示すブロック回路図である。

【図7】 同検出装置における交流バイアス磁界を用いた検出方法を説明する線図である。

【図8】 従来の電流センサーの構成を示す概略構成図である。

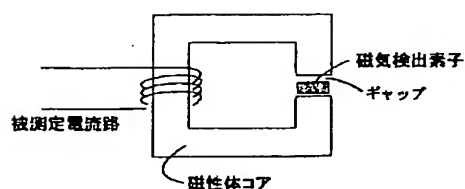
【図9】 他の従来の電流センサーの構成を示す斜視図である。

【図10】 さらに他の従来の電流センサーの構成を示す斜視図である。

【符号の説明】

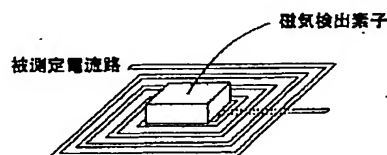
- 1 電流センサー
- 2 電流検出装置
- 3 非磁性基板
- 4 a、4 b 磁気インピーダンス素子
- 5 a～5 c 電極
- 6 a、6 b 被測定電流路のコイル
- 8 バイアスマグネット
- 9 コイルボビン
- 10 バイアスコイル
- 12 シールド
- 14 回路基板
- 20 高周波発振回路
- 22 a、22 b 検波回路
- 24、24 a、24 b 差動増幅回路
- 26 a、26 b ピークホールド回路
- 28 ACバイアス印加回路

【図8】



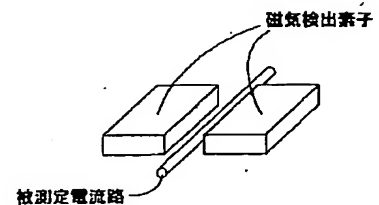
(図8)

【図9】



(図9)

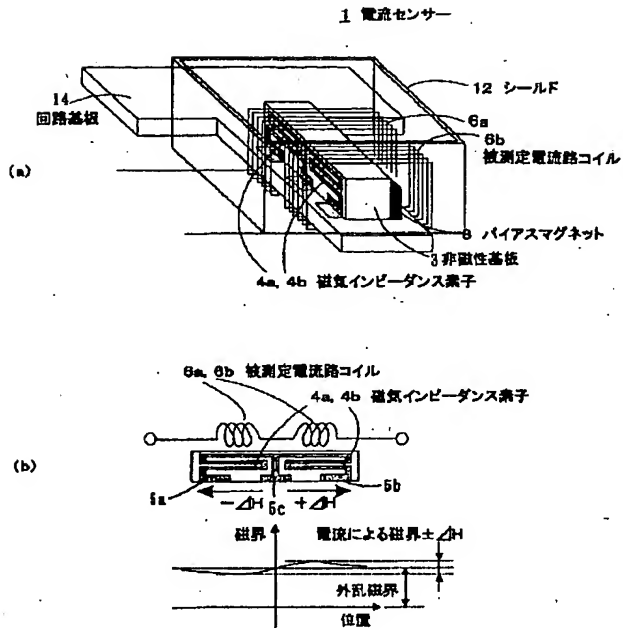
【図10】



(図10)

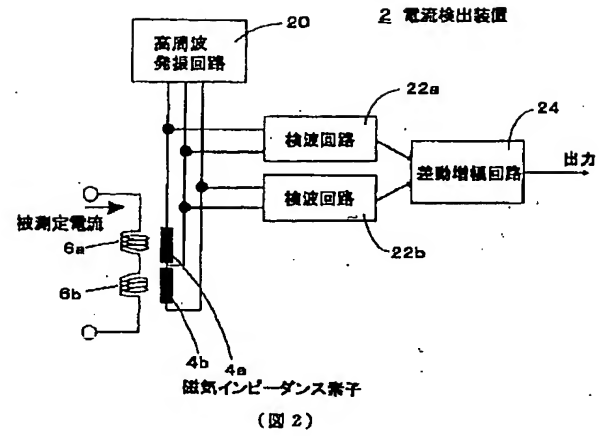
【図 1】

(図 1)

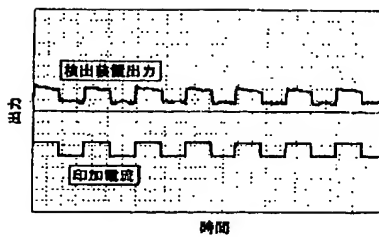


【図 2】

(図 2)



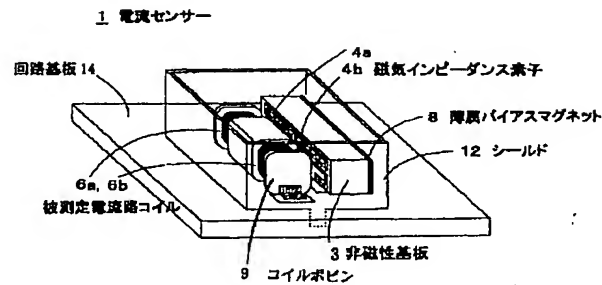
【図 3】



(図 3)

【図 4】

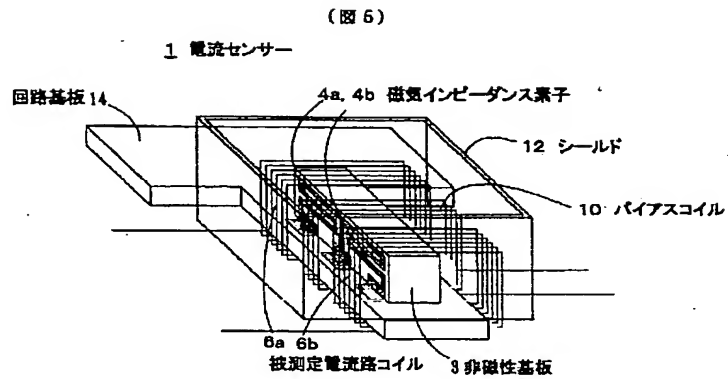
(図 4)



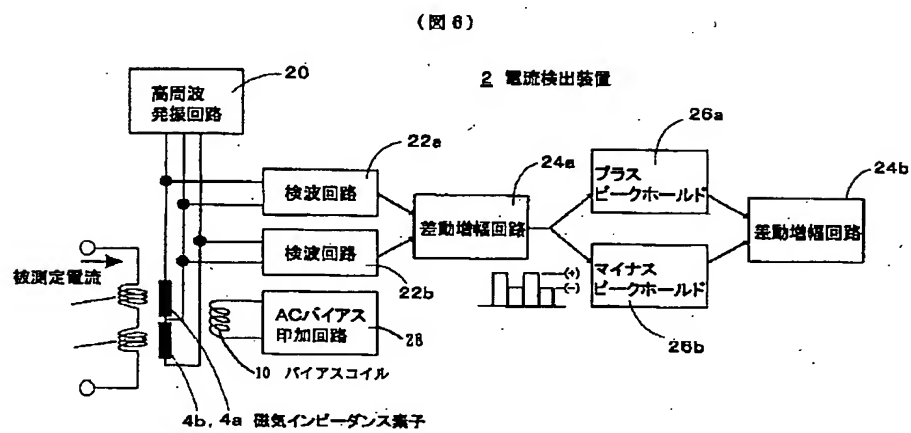
(図 4)



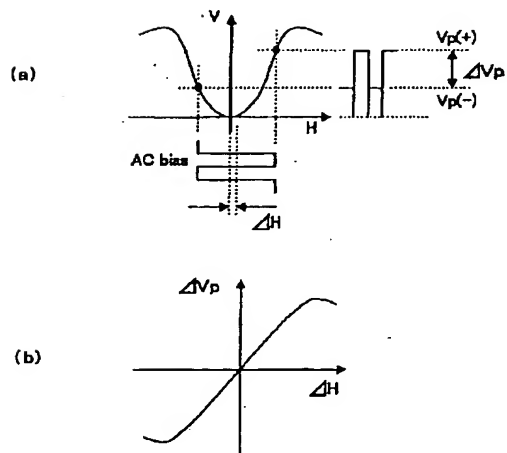
【図5】



【図6】



【図7】



(図7)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**